

**Eine Untersuchung über die berufliche
Quecksilberbelastung bei Zahnärzten im
Raum Mittelfranken, die Amalgam verarbeiten**

von

LOTHAR GEBHARD

aus Hüttenbach

Aus dem Institut für Arbeits- und Sozialmedizin
und der Poliklinik für Berufskrankheiten
der Universität Erlangen-Nürnberg

Direktor: Professor Dr. med. H. Valentin

**Eine Untersuchung über die berufliche
Quecksilberbelastung bei Zahnärzten im
Raum Mittelfranken, die Amalgam verarbeiten**

INAUGURAL-DISSERTATION

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Friedrich-Alexander-Universität

Erlangen-Nürnberg

vorgelegt

von

LOTHAR GEBHARD

aus Hüttenbach

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät
der Universität Erlangen-Nürnberg



Dekan: Professor Dr. L. Demling
Referent: Professor Dr. H. Valentin

Tag der mündlichen Prüfung: 19. November 1973

Gewidmet meiner Braut Dagmar Herbst

Aufrichtigen Dank schulde ich Herrn Professor Dr. med. H. Valentin für die freundliche Überlassung des Themas, die jederzeit gewährte Unterstützung und die Durchsicht des Manuskriptes.

Außerdem gilt mein Dank Herrn Chemie-Ing. K.-H. Schaller, sowie allen Damen des Institutes für Arbeits- und Sozialmedizin für die stets großzügig gewährte Hilfe bei der Bearbeitung des Themas.

Von meinem Dank nicht ausgeschlossen seien alle Zahnärzte, die sich freundlicher Weise bereit erklärt hatten, an der Untersuchung teilzunehmen.

INHALTSANGABE

=====

	<u>Seite</u>
1. Einleitung	1
2. Methodik	3
2.1. Stichprobenauswahl	3
2.2. Gewinnung des Untersuchungsmaterials	3
2.3. Analysenverfahren	5
2.3.1. Quecksilberbestimmung im Urin	5
2.3.2. Kreatininbestimmung im Urin	7
3. Ergebnisse	7
4. Diskussion der Ergebnisse	12
5. Zusammenfassung	17
6. Literatur	
7. Anhang	
7.1. Einzelmeßwerte der Urinuntersuchungen	
7.2. Ergebnisse der Fragebogenauswertung bei 93 Zahnärzten	

1. EINLEITUNG

=====

In der Zahnheilkunde ist die Verwendung von Amalgamen jetzt fast 150 Jahre alt. Trotz des Vordringens von Metallguß- und Kunststoff-Kompositionsfüllungen bei der Therapie der Karies bleibt der Indikationsbereich für die Amalgame noch ziemlich groß. Etwa 95 % aller in unserer Studie befragten Zahnärzte arbeiteten mit Amalgamen.

Kupferamalgame verschwinden heute mehr und mehr aus den Zahnarztpraxen, während die Silber-Zinn-Amalgame wegen der leichten Verarbeitbarkeit auch in Zukunft als Füllungsmaterial eine Rolle spielen werden. Für die Metallfeilung der Silber-Zinn-Amalgame wird nach der American-Dental-Association-Spezifikation folgende Zusammensetzung gefordert: Mindestens 65 % Silber, höchstens 29 % Zinn, 6 % Kupfer, 2 % Zink und 3 % Quecksilber (Präamalgamierung). Mit zunehmendem Silbergehalt steigt die Quecksilberaufnahmefähigkeit; die maximale Quecksilberkonzentration einer homogenen Amalgamfüllung sollte jedoch nach Untersuchungen des Rochester-Komitees nicht über 55 % hinausgehen.

Vermeidet man einen Überschuß an Quecksilber beim Anmischen, so ist die Gefahr einer Quecksilber-Abgabe gering. Bei richtigem Mischungsverhältnis bildet das erhärtete Amalgam eine intermetallische Verbindung, die aus 3 Phasen besteht:

die Gamma-Phase (Ag_3Sn)

die Gamma-1-Phase (Ag_3Hg_4)

die Gamma-2-Phase (Sn_7Hg)

(Weikart).

In der Literatur finden sich Hinweise, daß Amalgamfüllungen wenige Wochen nach der Applikation keinen erhöhten Urinquecksilberspiegel beim Patienten bedingen (HOOVER, GOLDWATER 1966). KÜHL konnte 1969 im Modellversuch mit Phantomamalgamefüllungen nach deren Abdecken

mit Speichelfilm keinen Quecksilberdampf über der Füllung mehr nachweisen. Dagegen ließen mehrere Untersuchungen der Quecksilberdampfkonzentration in Zahnarztpraxen und der Quecksilberausscheidung im Urin von Zahnärzten einen Zusammenhang erkennen (JACOBS 1964; HERBST 1963, JOSELOW 1968, GRONKA 1970, FRANZEN 1970).

Bei der Inkorporation des Quecksilbers steht sicherlich die inhalative Aufnahme der Quecksilberdämpfe und -partikel an erster Stelle. Unter gewissen Voraussetzungen kann auch eine Resorption durch die Haut angenommen werden (KOELSCH).

In der vorliegenden Arbeit soll die berufsmäßige Quecksilberbelastung eines repräsentativen Zahnärztekollektivs im Raum Mittelfranken epidemiologisch untersucht werden. Die Auswirkungen der verschiedenen Verwendungs- und Verarbeitungsmethoden von Amalgamen auf den Urinquecksilberspiegel der Zahnärzte wurden geprüft. Als Vergleichskollektiv dienten Personen, die nur durch die übliche Ernährung, jedoch nicht beruflich mit Quecksilber in Berührung kamen.

2. METHODIK

=====

Die Erfahrungen in der Arbeitsmedizin haben gezeigt, daß sich für die Früherkennung einer Quecksilberintoxikation und zur Überwachung von Quecksilber-exponierten Personen die Bestimmung des Quecksilberspiegels im Urin als Methode der Wahl erwies. Es wurden 3-Stunden-Urine von Zahnärzten und einem Vergleichskollektiv untersucht. Ein 24-Stunden-Urin konnte aus äußeren Gründen nicht gefordert werden.

2.1. Stichprobenauswahl

=====

Das untersuchte Zahnärztekollektiv bestand aus 93 freipraktizierenden Zahnärzten im Raum Mittelfranken, die Amalgame verarbeiteten. Um Rückschlüsse aus den Quecksilberanalysen auf die Verwendung und Verarbeitungsweise von Amalgamen ziehen zu können, benutzten wir einen Fragebogen, der in der Abbildung 1 wiedergegeben ist. Die Dauer der Berufsausübung der untersuchten Zahnärzte schwankte zwischen einem halben Jahr und 53 Jahren und betrug im Mittel $22,6 \pm 11,7$ Jahre.

Das Vergleichskollektiv bestand aus 27 Personen, die beruflich nicht mit Quecksilber in Berührung kamen.

2.2. Gewinnung des Untersuchungsmaterials

=====

Der 3-Stunden-Urin beider Untersuchungsgruppen wurde in Polyäthylen-Flaschen gesammelt und anschließend bis zur Analyse tiefgefroren.

FRAGEBOGEN

1. Wie häufig applizieren Sie Amalgamfüllungen?

Bitte geben Sie die ungefähre Zahl der täglich gelegten Amalgamfüllungen an.

ca. 5

ca. 10

ca. ?

2. Welche Mengen voramalgamierter Silberfeilung verbrauchen Sie pro Jahr?

Bitte geben Sie die durchschnittliche Zahl der Fläschchen zu je 500 gr., die Sie von Ihrem Dentaldepot beziehen, ca.

ca. 1

ca. ?

3. Verwenden Sie Cu-Amalgame?

ja

nein

4. Wie dosieren Sie und mischen Sie Amalgam?

a) Mörser und Pistill

b) Mischgerät

5. Kneten Sie Amalgam im Handteller oder kommen Sie bei der Applikation von Amalgam in die Kavität häufig damit in Berührung?

ja

nein

6. Wie bewahren Sie Amalgamreste auf?

a) offen

b) verschlossen

c) unter Wasser

Ferner wäre ich Ihnen dankbar, wenn Sie noch

Ihr Alter und die Dauer Ihrer Berufsausübung vermerken könnten.

Abb. 1: Den untersuchten Zahnärzten vorgelegter Fragebogen.

2.3. ANALYSENVERFAHREN

2.3.1 Quecksilberbestimmung im Urin

Der Quecksilberspiegel im Urin wurde nach der von MAGOS und CERNIK (1969), sowie RATHJE (1969) angegebenen Methode bestimmt. Bei diesem Verfahren wird der aus dem Urin freigesetzte Quecksilberdampf mittels der flammenlosen Atomabsorptionsspektrometrie gemessen.

Das Prinzip der Methode besteht darin, daß das Quecksilber des Urins durch Zugabe einer sauren Cysteinlösung an die Thiolgruppe des Cysteins gebunden wird. Dieses Merkaptid wird nun durch eine alkalische Zinnchloridlösung zu metallischem Quecksilber reduziert, das mit Hilfe eines Stickstoffgasstromes in die Meßapparatur gelangt, wo es atomabsorptionsspektrometrisch gemessen wird.

Reagenzien:

5 % L-Cystein in 2 N HCl; 1 % Zinnchlorid in 30 % NaOH gelöst (1 Woche bei Raumtemperatur verwendbar); Octanol als Antischaummittel.

Arbeitsvorschrift:

In einem Reagenzglas werden zu 10 ml Urin 2 ml der sauren, 5 %igen Cysteinlösung pipettiert. Dieser Ansatz wird anschließend 1 Stunde im Wasserbad gekocht und danach abgekühlt. Die so vorbereitete Probe wird quantitativ in eine Gaswaschflasche überführt. Man gibt 2 - 3 Tropfen Antischaummittel, sowie die Reduktionslösung zu und verschließt die Gaswaschflasche sofort mit dem Aufsatz. Der metallische Quecksilberdampf wird mit dem Stickstoffstrom, nach Passieren einer wasserdampfabsorbierenden Zone, in die Gasküvette des Atomabsorptionsspektrometers überführt. Die dadurch hervorgerufene Absorption des Hohlkathodenlampenstrahls wird mit dem Schreiber registriert.

Zur Ermittlung der Quecksilberkonzentration wird die Höhe oder die Fläche des Peaks gemessen.

Apparative Bedingungen:

Die Messung des Quecksilberdampfes erfolgte mit einem Atomabsorptionsspektrometer der Fa. Beckmann bei der Spektrallinie 253,6 nm und einer Spaltbreite von 0,05 mm. (Abmessungen der zylindrischen Quarzküvette: Länge = 13 cm, Durchmesser = 2 cm.) Die Durchflußgeschwindigkeit des Stickstoffstromes betrug 4 l/min.

Eichkurve:

Als Eichlösungen verwendet man jeweils 10 ml einer 0,05; 0,1; 0,2; 0,4 ppm Quecksilberlösung. Diese Standardlösungen wurden, wie bei den Urinproben beschrieben, aufgearbeitet. Zur Konstruktion der Eichkurve werden die verwendeten Konzentrationen gegen die bei der spektrometrischen Messung erhaltenen Peakhöhen bzw. -flächen aufgetragen (Abb. 2).

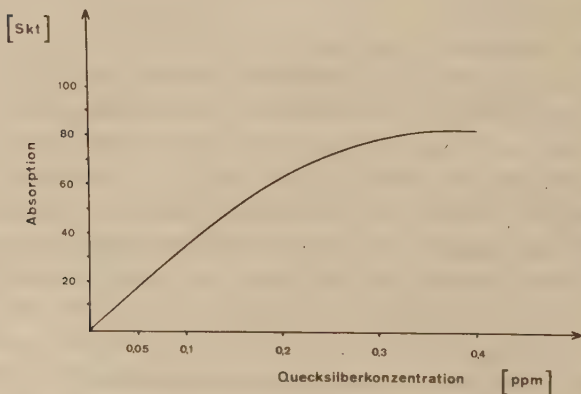


Abb. 2: Beispiel einer Eichkurve zur Berechnung der Quecksilberkonzentration im Urin.

2.3.2. Kreatininbestimmung im Urin

Der Quecksilberspiegel wurde sowohl "3 Stunden bezogen" als auch in der Dimension $\mu\text{g/l}$ angegeben. Zusätzlich unternahmen wir eine Kreatininrelativierung. Dabei erfolgte die Bestimmung des Kreatinins im Urin mit der von JAFFE beschriebenen Methode.

3. ERGEBNISSE

=====

Der mittlere Quecksilberspiegel im Urin betrug bei 93 Zahnärzten $15,35 \pm 11,6 \mu\text{g/l}$; bei 27 Vergleichspersonen, die beruflich nicht mit Quecksilber in Berührung kamen, lag er bei $6,94 \pm 3,6 \mu\text{g/l}$.

Im t-Test nach Student unterschieden sich die mittleren Urinquecksilberspiegel der Vergleichspersonen und der Zahnärzte hochsignifikant voneinander ($t = 3,697^{+++}$).

Umgerechnet auf die 3-Stundenprobe lag der mittlere Urinquecksilberspiegel von 88 Zahnärzten bei $2,10 \pm 2,15 \mu\text{g/3-Stundenprobe}$, der von 18 Vergleichspersonen bei $0,97 \pm 0,44 \mu\text{g/3-Stundenprobe}$.

Die so berechneten Mittelwerte unterscheiden sich ebenfalls signifikant im t-Test ($t = 2,205^+$).

Auf den Kreatininwert relativiert, betrug der mittlere Quecksilberspiegel bei 93 Zahnärzten $11,50 \pm 10,0 \mu\text{g/g}$ Kreatinin, bei 27 Vergleichspersonen $5,55 \pm 3,64 \mu\text{g/g}$ Kreatinin. Nach dem t-Test ist auch dieser Unterschied signifikant ($t = 3,027^{++}$).

Die Abbildung 3 zeigt die Häufigkeitsverteilung der Urinquecksilberspiegel von 93 Zahnärzten ausgedrückt in $\mu\text{g Hg/l}$ Urin.

Diese Konzentrationsangabe erwies sich auch für die weiteren Auswertungen am geeignetsten.

	Zahnärzte	Vergleichs- kollektiv	t
N µg Hg/l	93 15,35 ± 11,6	27 6,94 ± 3,6	3,697 ⁺⁺⁺
N µg Hg/3h-Probe	88 2,10 ± 2,15	18 0,97 ± 0,44	2,205 ⁺
N µg Hg/g Krea- tinin	93 11,50 ± 10,0	27 5,55 ± 3,64	3,027 ⁺⁺

t⁺⁺⁺: p < 0,001

t⁺⁺: p < 0,01

t⁺: p < 0,05

Tab. 1: Zusammenstellung der Mittelwerte mit Standardabweichungen der Urinquecksilberspiegel bei den Zahnärzten und dem Vergleichskollektiv.

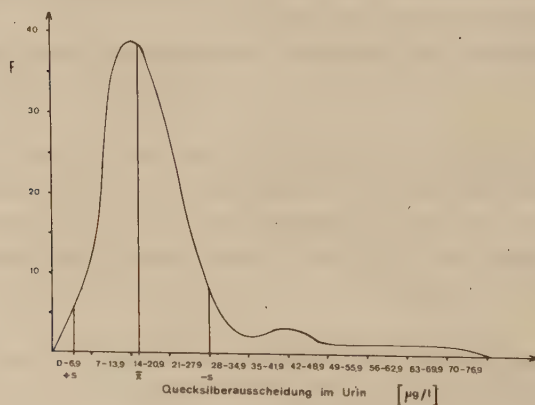


Abb. 3: Häufigkeitsverteilung der 93 Einzelwerte der Urinquecksilberspiegel bei Zahnärzten. (F = Anzahl der Versuchspersonen)

Wenn man die Gruppe der Zahnärzte in Einzelkollektive mit verschiedenen Verwendungs- und Verarbeitungsmethoden von Amalgamen unterteilte, so zeigten sich folgende Ergebnisse: Bei 43 Zahnärzten, die Amalgame im Handteller kneteten oder bei der Applikation von Amalgamfüllungen damit in Berührung kamen, ergab sich ein Mittelwert der Urin-quecksilberspiegel von $16,0 \pm 14,22 \mu\text{g/l}$. 50 Zahnärzte bei denen eine Quecksilberresorption durch die Haut der Hände weitgehend ausgeschlossen werden konnte, hatten eine mittlere Quecksilberausscheidung von $14,77 \pm 8,88 \mu\text{g/l}$. Im t-Test konnte jedoch kein signifikanter Unterschied festgestellt werden ($t = 0,513$).

Der klassischen Methode des Amalgammischens mit Mörser und Pistill bedienten sich 11 Zahnärzte. Diese wiesen einen geringeren mittleren Urinquecksilberspiegel ($13,86 \pm 17,71 \mu\text{g/l}$) auf als 82 Zahnärzte, die ein Mischgerät benutzten ($15,54 \pm 10,68 \mu\text{g/l}$). Statistisch konnte dieser Unterschied mit $t = 0,452$ jedoch nicht gesichert werden.

Bei 10 Zahnärzten, die zusätzlich Kupfer-Amalgame verwendeten, betrug die mittlere Quecksilberausscheidung $10,77 \pm 4,27 \mu\text{g/l}$. 83 Zahnärzte, die nur Silber-Zinn-Amalgame verarbeiteten, zeigten einen mittleren Urin-quecksilberspiegel von $15,9 \pm 12,1 \mu\text{g/l}$. Auch dieser Unterschied war nicht signifikant ($t = 1,323$).

Die Aufbewahrung von Amalgamresten wurde unterschiedlich gehandhabt: 18 Zahnärzte ließen ihre Amalgamabfälle offen liegen. Sie hatten eine mittlere Quecksilberausscheidung im Urin von $12,65 \pm 7,38 \mu\text{g/l}$. Bei 53 Zahnärzten, die Amalgamreste in geschlossenen Gefäßen aufbewahrten, fand man einen mittleren Urin-quecksilberspiegel von $17,13 \pm 14,0 \mu\text{g/l}$. Bei 22 Zahnärzten, die die Reste unter Wasser deponierten, betrug

dieser $13,25 \pm 6,48 \mu\text{g/l}$.

	N	$\bar{x} \pm s$ ($\mu\text{g Hg/l}$)	t
Zusätzliche Verwendung von Cu-Amalgam	10	$10,77 \pm 4,27$	1,323
Kein Cu-Amalgam	83	$15,9 \pm 12,1$	
Anmischen von Hand	11	$13,86 \pm 17,71$	0,452
Mischgerät	82	$15,54 \pm 10,68$	
Berührung von Amalgam mit der Hand	43	$16,01 \pm 14,28$	0,513
Keine Berührung	50	$14,77 \pm 8,88$	
Aufbewahrung von Amalgam-Resten:			
Offen	18	$12,65 \pm 7,38$	
Verschlossen	53	$17,13 \pm 14,00$	
Unter Wasser	22	$13,25 \pm 6,48$	

Tab.2: Zusammenstellung der Mittelwerte mit Standardabweichungen der Quecksilberspiegel im Urin bei der Aufgliederung der Zahnärzte in Einzelkollektive.

Korrelationsanalytisch konnte zwischen dem Alter (Mittelwert: $49,7 \pm 10,5$ Jahre), bzw. den Berufsjahren (Mittelwert: $22,6 \pm 11,7$ Jahre) der Zahnärzte und der mittleren Quecksilberkonzentration im Urin kein Zusammenhang festgestellt werden.

Auch die Beziehung zwischen dem Jahresverbrauch an voramalgamierter Silberfeilung (Mittelwert: $1,375 \pm 1,023$ kg/Jahr) und der mittleren Urinquecksilberausscheidung konnte statistisch nicht gesichert werden.

Eine Abhängigkeit der täglich gelegten Amalgamfüllungen (15 ± 9 Füllungen) von der mittleren Quecksilberkonzentration im Urin war nicht nachweisbar ($r = 0,082$).

	r
Hg ($\mu\text{g/l}$) —————>Berufsjahre	- 0,082
Hg ($\mu\text{g/l}$) —————>Alter	- 0,131
Hg ($\mu\text{g/l}$) —————>Zahl der gelegten Füllungen	0,082
Hg ($\mu\text{g/l}$) —————>Verbrauch von voramalgamierter Silberfeilung	0,134

Tab. 3: Korrelationskoeffizienten für die Beziehungen zwischen dem Urinquecksilberspiegel und verschiedenen Parametern.

4. DISKUSSION DER ERGEBNISSE

=====

Aus arbeitsmedizinischer Sicht sind die Gefährdungen für Personen, die beruflich mit Quecksilber und seinen Verbindungen in Berührung kommen, schon lange bekannt. Zusätzlich müssen heute auch die Auswirkungen der steigenden Quecksilberkonzentrationen in der Umwelt auf die Allgemeinbevölkerung berücksichtigt werden. Eine bestimmte Quecksilberkonzentration ist deshalb in jeder Urinprobe von Versuchspersonen vorhanden.

Von uns wurde bei 27 Normalpersonen eine mittlere Urinquecksilberausscheidung von $6,94 \pm 3,6 \mu\text{g/l}$ gefunden. Dieser Mittelwert stimmt gut mit den in der Literatur angegebenen Werten überein. Eine ähnliche atomabsorptionsspektrometrische Untersuchung von SCHALLER, STRASSER, WOITOWITZ und SZADKOWSKI (1971) an 26 beruflich nicht belasteten Personen im Nordbayerischen Raum erbrachte eine vergleichbare Quecksilberausscheidung von $4,31 \pm 2,33 \mu\text{g/l}$. Auch BAADER (1961) hält eine Tagesausscheidung von $5 \mu\text{g}$ Quecksilber im Urin als physiologisch, da nach seiner Ansicht in den Nahrungsmitteln Quecksilberkonzentrationen von $10 - 100 \mu\text{g/kg}$ Kost auftreten können. Untersuchungen von JACOBS (1964) an 800 Personen in den USA bestätigten, daß die Mehrzahl der Urinquecksilberkonzentrationen, abgesehen von Einzelwerten, unter $10 \mu\text{g/l}$ lag.

In der Literatur gehen die Meinungen über den natürlicher Weise vorhandenen oberen Grenzwert des Urinquecksilberspiegels auseinander. Die Annahme von STOCK, daß schon bei $1 \mu\text{g/die}$ Quecksilberausscheidung Vergiftungserscheinungen auftreten, erwies sich als falsch. Vielmehr werden von KOELSCH (1962) $20 \mu\text{g/die}$, von GOLDWATER (1966) $25 - 30 \mu\text{g/l}$, von SEIFERT, NEUDERT, RUPP (1971) $40 - 50 \mu\text{g/die}$ als obere Normgrenze angegeben. Deutliche chronische Quecksilbervergiftungen bei beruflich belasteten Personen konnten BIDSTRUP und BENNING bei Quecksilberausscheidungen im Urin über $300 \mu\text{g/die}$ beobachten. Den gleichen Wert erwähnt SUZUKI (1968), doch stellte er andererseits fest,

daß Konzentrationen bis zu 780 µg/l toleriert wurden. STOKINGER spricht von 250 µg/l als der "biologischen Schwelle", TOTUSEK hält erst 400 µg/l, SZADKOWSKI (1970) 500 µg/l für diagnostisch verwertbar, während BAADER schon 50 - 100 µg/l als pathologisch ansieht. 1969 wurde von einem internationalen Komitee führender Wissenschaftler 200 µg/l als Richtwert für Urinquecksilberkonzentrationen festgelegt, bei denen Vergiftungssymptome auftreten.

In der vorliegenden Arbeit ergaben Untersuchungen der Urine von Zahnärzten eine über doppelt so hohe mittlere Quecksilberkonzentration ($15,35 \pm 11,6$ µg/l) wie bei einem Vergleichskollektiv ($6,94 \pm 3,6$ µg/l). Der signifikante Unterschied dieser Mittelwerte, ausgedrückt in den Angaben µg/l, µg/3-Stunden-Probe und µg/g Kreatinin, kann mit Wahrscheinlichkeit als Folge der Verarbeitung von Quecksilber durch die Zahnärzte interpretiert werden. Untersuchungen in den USA von JOSELOW (1968) bestätigten, daß die Gesamtquecksilberkonzentration (Dampf und Teilchen) in 14 % aller Zahnarztpraxen höher war als der MAK-Wert von $0,1 \text{ mg/m}^3$. Bei der hier vorliegenden Studie überschreiten etwa 10 % aller Zahnärzte die in der Arbeitsmedizin allgemein angesehene obere Normgrenze des Urinquecksilberspiegels von 25 - 30 µg/l. Der höchste Meßwert von 66 µg/l läßt sicherlich auf eine chronische Quecksilberbelastung des betreffenden Zahnarztes schließen.

Dies sollte allerdings durch eine Längsschnittuntersuchung weiter geklärt werden. Nach dem Tode eines zahnärztlichen Assistenten infolge einer Quecksilberintoxikation (COOK, YATES berichteten 1969 davon), wurden von PRINCE 1971 in England die Urinproben von 12 Zahnärzten analysiert. Die Urinquecksilberspiegel lagen zwischen 7 und 48 µg/l. HERBST fand 1963 bei 8 Zahn-

ärzten eine mittlere Quecksilberausscheidung im Urin von 6,3 µg/l, bei 13 Assistenten einen Mittelwert von 14,3 µg/l. Untersuchungen des Personals an der Zahnklinik Dresden durch FRANZEN (1970) erbrachten bei 9 Zahnärzten der konservierenden Abteilung Urinquecksilberspiegel von 10,0 µg/l bis 67 µg/l.

Das hier in Mittelfranken untersuchte Zahnärztekollektiv wurde je nach Verwendungs- und Verarbeitungsmethoden von Amalgamen in Gruppen aufgeteilt. Die für die einzelnen Kollektive berechneten mittleren Urinquecksilberkonzentrationen unterschieden sich nicht signifikant voneinander.

Etwa 45 % aller untersuchten Zahnärzte, die bei der Applikation der Füllungen mit Amalgam in Berührung kamen, besaßen mit 16,01 µg/l im Vergleich zum Gesamtkollektiv einen leicht erhöhten mittleren Urinquecksilberspiegel. Aufgrund dieses Ergebnisses kann angenommen werden, daß vor allem das häufige Kneten der Amalgame im Handteller eine Auswirkung auf die Quecksilberausscheidung im Urin besitzt (WANNENMACHER, 1969).

Die Menge des in Zahnarztpraxen verdampften Quecksilbers hängt, wie Untersuchungen von SVARE (1972) bestätigten, mehr von der Art und Dauer des Anmischens als von der Zusammensetzung der Amalgame ab. Nach der FDI-Spezifikation sollte spätestens 90 Sekunden nach begonnener Trituration die Kondensation des Amalgams in der Kavität erfolgen. Diese Forderung läßt sich bei der relativ umständlichen Mischmethode mit Mörser und Pistill (13 % der befragten Zahnärzte) nicht immer einhalten. Aus diesen und anderen praktischen Gründen wird von der Mehrzahl der Zahnärzte dem Mischgerät der Vorzug gegeben. Unsere Ergebnisse zeigten jedoch bei Zahnärzten, die ein Mischgerät verwendeten, einen gering höheren Mittel-

wert der Urinquecksilberkonzentrationen. Eine Erklärung dafür sind vielleicht Hinweise von JÖRGENSEN (1970) und NIXON (1971) auf eine nicht zu unterschätzende Gefahr bei der mechanischen Trituration undichter Amalgam-Kapseln.

Der Einfluß der verschiedenen Aufbewahrungsmethoden von Amalgamresten auf den Urinquecksilberspiegel wurde ebenfalls überprüft. Nur 23 % des Zahnärztekollektivs bewahrten überschüssiges Amalgam vorschriftsmäßig unter Wasser auf. Bei ihnen erwartete man die niedrigste Ausscheidungsrate. Weiterhin vermutete man, daß Zahnärzte, die Amalgamreste geschlossen lagerten, niedrigere Quecksilberkonzentrationen im Urin aufweisen als diejenigen mit offener Aufbewahrungsform. Die Ergebnisse stimmten jedoch nicht mit dieser Annahme überein. Die Gründe hierfür mögen einmal bei der geringen Besetzungszahl der Einzelkollektive liegen. Zum anderen kommt hinzu, daß hier auch räumliche Verhältnisse und andere Faktoren zu berücksichtigen sind.

GRONKA konnte 1970 nachweisen, daß die Filter von Klimaanlage die Eigenschaft besitzen, Quecksilberdampf zu kondensieren und ihn später wieder zu verflüchtigen. JOSELOW stellte 1968 beispielsweise die höchste Quecksilberdampfkonzentration in einem mit Teppich ausgelegten Wartezimmer fest. So liegt es sicherlich in der Hand des einzelnen Zahnarztes durch geeignete prophylaktische Maßnahmen den Grad der Quecksilberbelastung niedrig zu halten.

Folgende Vorsichtsmaßnahmen sollten deswegen sorgfältig beachtet werden:

- Kupferamalgame nicht mehr verwenden,
- Arbeitsräume gut ventilieren,
- Amalgamreste unter Wasser aufbewahren,
- alte Amalgamfüllungen nur mit Spray ausbohren,

Verspritzen von Quecksilber vermeiden.
(MARXKORS 1970, GASSER 1972).

Korrelationsanalytisch versuchten wir den Einfluß verschiedener Parameter, wie Alter, Berufsjahre, tägliche Füllungszahl und Jahresamalgamverbrauch, auf den Urinquecksilberspiegel zu erfassen. Die Korrelation zwischen Berufsjahren der Zahnärzte und der Quecksilberkonzentration im Urin ließ keinen Zusammenhang erkennen. Offensichtlich besitzen auch hier andere Faktoren eine Priorität.

Die Zahl der täglich gelegten Amalgamfüllungen erwies sich aus äußeren Gründen für statistische Auswertungen nicht geeignet. Ein besseres Bild ergab der jährliche Verbrauch von voramalgamierter Silberfeilung, der nicht zuletzt kontrollierbar war durch den Bezug aus dem Dentaldepot. Die davon durchschnittlich verbrauchte Menge lag bei $1,375 \pm 1,02$ kg/Jahr. Bei der Korrelation mit dem Urinquecksilberspiegel ließ sich ein gewisser Zusammenhang feststellen, der jedoch nicht statistisch gesichert werden konnte ($r = 0,131$; $r_{91}; 0,05 = 0,2039$).

Aus den Untersuchungen ist zu schließen, daß der "Risikofaktor" Quecksilber für die Zahnärzte weder übertrieben noch vernachlässigt werden darf. Aus präventivmedizinischer Sicht wäre es wünschenswert, durch laufende, freiwillige Überwachung des zahnärztlichen Personals chronische Quecksilberintoxikationen frühzeitig zu erkennen und zu verhindern.

5. ZUSAMMENFASSUNG

=====

Bei 93 Zahnärzten und 27 Vergleichspersonen wurde die Quecksilberausscheidung im Urin bestimmt. Es sollte die berufliche Quecksilberbelastung amalgamverarbeitender Zahnärzte verglichen werden mit Probanden, die nur usuell mit Quecksilber in Berührung kamen.

Der mittlere Urinquecksilberspiegel der Zahnärzte betrug $15,35 \pm 11,6 \mu\text{g/l}$ und lag damit signifikant ($t = 3,697^{+++}$) über dem Mittelwert des Vergleichskollektivs ($6,94 \pm 3,6 \mu\text{g/l}$). Auch auf den Kreatininwert relativiert fand man einen signifikanten Unterschied ($t = 3,027^{++}$) der mittleren Quecksilberkonzentrationen im Urin bei Zahnärzten ($11,50 \pm 10,0 \mu\text{g/g}$ Kreatinin) und bei Vergleichspersonen ($5,55 \pm 3,64 \mu\text{g/g}$ Kreatinin). Dasselbe gilt für eine Umrechnung der Werte auf die Volumina der 3-Stundenurine; eine Signifikanz dieser unterschiedlichen Mittelwerte der Urinquecksilberkonzentrationen von Zahnärzten ($2,10 \pm 2,15 \mu\text{g/3-Stundenprobe}$) und von Vergleichspersonen ($0,97 \pm 0,44 \mu\text{g/3-Stundenprobe}$) konnte mit $t = 2,205^+$ gesichert werden.

Eine Aufteilung des Zahnärztekollektivs in Gruppen mit verschiedenen Verwendungs- und Verarbeitungsmethoden von Amalgamen zeigte hinsichtlich der mittleren Quecksilberausscheidung keine signifikanten Unterschiede.

Auch die Korrelationsberechnungen von Alter, Berufsjahren und der Menge des verwendeten Amalgams mit dem Urinquecksilberspiegel ließen keinen statistisch gesicherten Zusammenhang erkennen.

Die bei unseren Untersuchungen gefundene signifikant höhere Quecksilberbelastung bei Zahnärzten sollte Anlaß sein, beim Umgang mit Amalgam doch gewisse Vorsichtsmaßnahmen einzuhalten.

6. L I T E R A T U R

BAADER, E.W.:

Handbuch der gesamten Arbeitsmedizin
Urban und Schwarzenberg, 1961

CASTAGNOLA, L.; R. GARBEROGLIO:

Heutiger Stand und Zukunftsaussichten
der plastischen Füllungsmaterialien
Quintessenz 8, 4587, 1972

CAVALLI-SFORZA, L.:

Grundbegriffe der Biometrie
G. Fischer Verlag, Stuttgart, 1964

CHAN, K.C.; et al.:

Mercury Vapor Emission from
Dental Amalgam
Jour. Dent. Res. 51, 555, 1972

COOK, T.A.; P.O. YATES

Fatal Mercury Intoxication in
a Dental Surgery Assistant
Brit. Dent. Jour. 127, 553, 1969

DOCUMENTA GEIGY:

Wissenschaftliche Tabellen
7. Auflage, Basel, 1968

FRANZEN, E.; H. NOSSEK; W. SEIDEL; J. TAUSCHER:

Zur Belastung durch Quecksilber-
dampf in zahnärztlichen Praxis-
räumen
Z. ges. Hyg. 16, 409, 1970

FRYKHOLM, K.O.:

Exposure of Dental Personnel
to Mercury during Work
Svensk Tandlak 63, 763, 1970

GAGE, J.C.; J.M. WARREN:

The Determination of Mercury and Organic
Mercurials in Biological Samples
Ann. Occup. Hyg. 13, 115-123, 1969

GASSER, F.:

Amalgam in Klinik und Forschung
Schweiz. Monatsschrift f. Zahn-
heilkunde 82, 62, 1972

GOLDWATER, L.J.; A. NICOLAU; S.J. da MADEIRA:

Absorption and Excretion of Mercury in Man
IX. Persistence of Mercury in Blood and Urine
Following Cessation of Exposure
Arch. Environ. Health 12, 196, 1966

GRONKA, P.A.; und Mitarb.:

Mercury Vapor Exposures in Dental Offices
Jour. Amer. Dent. Association 81, 923 -
925, 1970

HAUNFELDER, D.; L. HUPFAUF; W. KETTERL; G. SCHMUTH:

Praxis der Zahnheilkunde
Urban und Schwarzenberg, 1972

HERBST, A.; und Mitarb.:

Renale Quecksilberausscheidung bei
Zahnärzten und dem Hilfspersonal
Dtsch. Stomat. 13, 887, 1963

HOFER, O.; E. REICHENBACH; Th. SPRETER V. KREUDENSTEIN;
E. WANNENMACHER:

Lehrbuch der klinischen Zahn-, Mund- und
Kieferheilkunde
J.A. Barth, Leipzig, 1969

HOLSTEIN, E.:

Grundriß der Arbeitsmedizin
J.A. Barth, Leipzig, 4. Auflage 1964

HOOVER, A.W.; L.J. GOLDWATER:

Absorption and Excretion of Mercury in Man
X. Dental Amalgams as a Source of Urinary Mercury
Arch. Environ. Health. 12, 506, 1966

JACOBS, M.B.; A.C. LAAD:

Absorption and Excretion of Mercury in Man
VI. Significance of Mercury in Urine
Arch. Environ. Health 9, 454, 1964

JÖRGENSEN, K.D.; R. OKUDA:

Mercury Leakage of Amalgam Capsules
Acta Odont. Scand. 28, 461, 1970

JOSELOW, M.M.; und Mitarb.:

Absorption and Excretion of Mercury in Man
XV. Occupational Exposure among Dentists
Arch. Environ. Health 17, 39, 1968

KOELSCH, F.:

Handbuch der Berufskrankheiten
VEB Gustav Fischer, 3. Auflage 1962

KOELSCH, F.:

Lehrbuch der Arbeitsmedizin, II. Band:
Berufsschädigungen und Schutzmaßnahmen
Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 1965

KÜHL, W.:

Können Quecksilbervergiftungen durch Amalgam-
füllungen bedingt sein?
Fortschr. Med. 84, 159, 1966

LEWIN, L.:

Gifte und Vergiftungen
Karl F. Hay, Ulm, 1962

MAGOS, L.; A.A. CERNIK:

A Rapid Method for Estimating Mercury in
Undigested Biological Samples
Brit. J. Industr. Med. 26, 144-149, 1969

MARXKORS, R.:

Korrosionserscheinungen an Amalgamfüllungen
und deren Auswirkungen auf den menschlichen
Organismus.
Dtsch. Zahnärztebl. 24, 2, 3, 4, 1970

MOCKE, W.:

Untersuchungen durch Neutronenaktivierung
über den diffundierten Elementgehalt von
Zähnen mit Amalgamfüllungen
Dtsch. zahnärztl. Z. 26, 657, 1971

NIXON, G.S.; T.C. ROWBOTHAM:

Mercury Hazards Associated with High
Speed Mechanical Amalgamators
Brit. Dent. Jour. 131, 308, 1971

PRINCE, R.:

Mercury Hazards in the Dental Surgery
Brit. Dent. Jour. 131, 385, 1971

RATHJE, A.O.:

A Rapid Ultraviolet Absorption
Method for the Determination of Mercury in Urine
Amer. Ind. Hyg. Ass. J. 30, 126, 1969

RUPP, N.W.; G.C. PAFFENBERGER:

Significance to Health of Mercury Used
in Dental Practice: A Review
Jour. Amer. Dent. Association 82, 1401, 1971

SAUERWEIN, E.:

Zahnerhaltungskunde

Georg Thieme Verlag, Stuttgart, 1970

SCHALLER, K.-H.; P. STRASSER; R. WOITOWITZ; D. SZADKOWSKI:

Quantitative Spurenbestimmung von Quecksilber
im Harn nach elektrolytischer Anreicherung

Z. Anal. Chem. 256, 123-128, 1971

Schriften der Gesellschaft Deutscher Metallhütten und Berg-
leute e.V.:

Gewerbliche Vergiftung durch Cadmium, Queck-
silber, Arsen und ihre Verbindungen

R.E. Fischer, 1968

SUZUKI, T.; T. MIYAMA; S. NISHII; H. KATSUNUMA:

From a Ten Year Observation of Workers
Exposed to Mercury Vapour

Ind. Health 6, 93, 1968

SVARE, C.W.; K.C. CHAN; B.C. LOWERY:

Relationship Between Dental Amalgam
Mercury Content and Emission

Jour. Dent. Res. 51, 202, 1972

SZADKOWSKI, D.; G. LEHNERT; H.-G. ESSING:

Die Quecksilberbestimmung im Harn als
arbeitsmedizinischer Suchtext

Med. Welt 21, 1298, 1970

SZADKOWSKI, D.; A. JÖRGENSEN; H.-G. ESSING; K.-H. SCHALLER:

Die Kreatinineliminationsrate als Bezugs-
größe für Analysen aus Harnproben

I. Einfluß der Harntagesmenge und des cir-
cadianen Rhythmus auf die Kreatininaus-
scheidung

Z. klin. Chem. u. klin. Biochem. 8, 529-533, 1970

SZADKOWSKI, D.; K.-H. SCHALLER; H.-G. ESSING; G. LEHNERT:
Die Kreatinineliminationsrate als Bezugs-
größe für Analysen aus Harnproben
II. Die Abhängigkeit arbeitsmedizinisch rele-
vanter Parameter vom Harnvolumen
Z. klin. Chem. u. klin. Biochem. 9, 36-38, 1971

TEXEIRA, L.C.; K. KAMMERMEYER; W.W. JOHNSON:
Printing of Mercury Distribution on the
Surface of Dental Amalgams
Jour. Amer. Dent. Association 81, 1159, 1970

VALENTIN, H.; W. KLOSTERKÜTTER; G. LEHNERT; H. PETRY;
J. RUTENFRANZ; H. WITTEGENS:
Arbeitsmedizin - Ein kurzgefaßtes Lehrbuch
für Ärzte und Studenten
Thieme, Stuttgart, 1971

WEIKART, P.:
Werkstoffkunde für Zahnärzte
C. Hauser Verl. München, 1966

7. ANHANG

7.1. Einzelmeßwerte der Urinuntersuchungen bei 93 Zahnärzten

Fall Nr.	Harnvol. (ml/3h-Probe)	Kreatinin	Quecksilberausscheidung:		
		$\frac{\text{g}}{\text{l}}$	$\frac{\text{Hg}}{\text{l}}$	$\frac{\text{Hg}}{\text{(3h-Probe)}}$	$\frac{\text{Hg}}{\text{(g Kreat.)}}$
1	25	1,42	16	0,4	11,28
2	--	1,2	25,5	--	20,84
3	270	1,221	7	1,89	5,77
4	335	1,37	7	2,345	5,11
5	255	1,71	8,5	2,167	4,97
6	45	1,82	19	0,855	10,44
7	205	0,575	7,5	0,837	13,05
8	230	0,923	11	2,53	11,9
9	235	1,32	14	3,29	10,61
10	200	1,68	6	1,2	3,57
11	110	1,75	11,5	1,265	6,57
12	175	1,43	13	1,275	9,09
13	204	1,25	6	1,224	4,8
14	175	1,002	10,5	1,837	10,47
15	---	1,74	66	---	37,9
16	290	0,762	9	2,61	11,81
17	165	1,47	59	9,635	40,1
18	60	1,82	26,5	1,59	14,56
19	260	0,985	15	3,9	15,23
20	180	0,774	6	1,08	7,75
21	115	1,127	11	1,265	9,77
22	95	2,38	18	1,71	7,56
23	135	1,555	10	1,35	6,44
24	125	0,235	18	2,25	76,5
25	180	1,42	8	1,44	5,64
26	70	1,712	17	1,19	9,91
27	120	1,725	7	0,84	4,06
28	125	0,725	14	1,75	19,3
29	---	1,935	12	---	6,2
30	115	1,47	7,5	0,862	5,1
31	242	1,59	10	2,42	6,29
32	75	2,69	46,5	3,487	17,3
33	87	2,03	7,5	0,652	3,69
34	240	1,36	5,5	1,32	4,04
35	205	1,96	21,5	4,407	10,98

Fall Nr.	Harnvol. (ml/3h-Probe)	Kreatinin (g) (l)	Quecksilberausscheidung:		
			(μ g) (l)	(μ g) (3h-Probe)	(μ g) (g Kreat.)
36	255	0,994	8,5	2,167	8,56
37	180	1,1	15	2,7	13,63
38	120	2,01	13,5	1,62	6,62
39	125	1,86	7,5	0,937	4,04
40	215	0,835	17,5	2,762	20,9
41	110	2,08	9	0,99	4,33
42	70	1,17	41	2,87	35,1
43	165	1,81	15	1,475	8,29
44	140	1,64	11,5	1,61	7,01
45	100	0,763	8	0,8	10,5
46	210	0,33	8	1,68	24,2
47	175	1,93	17	2,975	8,81
48	245	1,91	19	4,655	9,94
49	126	1,81	17	2,142	9,4
50	150	1,19	15	2,25	12,6
51	100	1,32	34	3,4	25,8
52	175	1,49	27	9,225	18,14
53	68	1,341	7	0,476	5,21
54	230	1,618	5	1,15	3,09
55	140	1,2	9,5	1,33	7,91
56	139	2,03	19	2,591	9,35
57	250	0,466	5,5	1,375	11,7
58	85	1,69	21	1,785	12,43
59	190	0,781	15	2,85	19,2
60	76	0,956	7	0,532	7,32
61	200	0,991	12	2,4	12,1
62	110	0,955	7	0,77	7,34
63	200	1,49	14,5	2,9	9,74
64	160	1,4	31,5	5,04	22,5
65	200	1,64	7	1,4	4,26
66	205	1,212	16	3,28	13,2
67	120	1,2	15,5	1,86	12,9
68	160	1,81	10	1,6	8,34
69	---	1,128	7	---	6,22
70	120	1,57	8,5	1,02	5,42
71	90	1,818	9,5	0,855	5,24
72	110	1,27	3,5	1,12	2,75
73	320	1,761	6	1,92	3,4

Fall Nr.	Harnvol. (ml/3h-Probe)	Kreatinin	Quecksilberausscheidung:		
		(g) (1)	(µg) (1)	(µg) (3h-Probe)	(µg) (g Kreat.)

74	125	1,385	7,5	0,937	5,41
75	95	1,24	3,5	0,332	2,82
76	235	1,91	9,25	2,173	4,85
77	126	0,87	9,75	1,228	11,2
78	120	1,79	19	1,28	10,61
79	75	2,36	21	1,575	8,9
80	180	1,65	17	3,06	10,3
81	180	1,77	22	3,96	12,42
82	160	1,64	24	3,84	14,62
83	130	1,91	15,5	2,015	8,11
84	60	2,08	37	2,22	17,8
85	---	1,4	11	----	7,85
86	190	1,68	19	3,61	11,3
87	134	1,46	17,5	2,345	12
88	50	1,59	38,5	1,925	24,2
89	55	2,16	49,5	2,722	22,9
90	208	1,18	5	1,04	4,24
91	184	1,61	5	0,92	3,1
92	160	1,68	7,5	1,2	4,46
93	242	1,58	11	2,662	6,96

Einzelmeßwerte der Urinuntersuchungen bei 27 Vergleichspersonen

Fall Nr.	Harnvol. (ml/3h-Probe)	Kreatinin	Quecksilberausscheidung:		
		(g) (l)	(µg) (l)	(µg) (3h-Probe)	(µg) (g Kreat.)
1	---	0,98	5	---	5,1
2	---	1,3	6	---	4,61
3	---	0,942	7,75	---	8,21
4	---	0,698	5	---	7,16
5	115	1,62	8	0,92	4,94
6	80	1,21	15,25	1,22	12,6
7	120	1,3	5	0,6	3,85
8	120	2,03	16	1,92	7,88
9	260	0,274	5	1,3	18,24
10	135	1,71	7,25	0,978	4,24
11	175	1,69	3	0,525	1,77
12	255	0,873	2	0,51	2,29
13	230	1,18	8	1,84	6,79
14	135	1,29	6	0,81	4,65
15	200	1,4	4	0,8	2,86
16	110	1,155	3,5	0,385	3,03
17	290	1,28	4	1,16	3,12
18	---	1,57	14	---	8,92
19	195	1,5	4	0,78	2,66
20	---	1,76	3,5	---	1,99
21	---	1,98	8	---	4,04
22	---	1,74	7	---	4,02
23	215	0,82	6,75	1,451	8,22
24	115	2,01	6,75	0,776	3,36
25	80	1,73	6,75	0,54	3,9
26	---	1,555	13,25	---	8,51
27	160	2,2	6,75	1,08	3,04

7.2. Ergebnisse der Präzedenzauswertung bei 93 Zahnärzten

Fall-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8
Zahl der täglich gelegten Amalgam-Füllungen	5	20	1	15	10 - 15	30	40	40
Jährlicher Verbrauch an voramalgamiertem Silber in kg	1	3	0,5	1	0,5	1	3	1,5
Zusätzliche Verwendung von Cu-Amalgamen			+	+	+			
Anmischen von Hand (H) oder Mischgerät (M)	M	M	H	H	H	M	M	M
Berührung mit Händen bei Applikation von Amalgam	+	+	+	+	+			
Aufbewahrung von Amalgam-Resten offen (O), verschlossen (V), unter Wasser (W)	O	O	W	W	W	V	V	V
Berufsjahre	24	21	0,5	23	0,5	39	22	1
Alter	52	45	25	53	28	63	50	32

Fall-Nr.	9	10	11	12	13	14	15
Zahl der täglich gelegten Amalgam-Füllungen	40	10	10	20	15	20	10
Jährlicher Verbrauch an voramalgamiertem Silber in kg	2,5	1,5	1,5	1	1,5		1,5
Zusätzliche Verwendung von Cu-Amalgamen							
Anmischen von Hand (H) oder Mischgerät (M)	M	M	M	H	M	H	H
Berührung mit Händen bei Applikation von Amalgam			+		+		+
Aufbewahrung von Amalgam-Resten offen (O), verschlossen (V), unter Wasser (W)	V	V	V	V	V	W	V
Berufsahre	18	19	30	40	23	15	25
Alter	41	47	60	60	55	42	

Fall-Nr.	16	17	18	19	20	21
Zahl der täglich gelegten Amalgam-Füllungen	10	15	12	5 - 10	10	10
Jährlicher Verbrauch an voramalgamiertem Silber in kg	1	1 - 1,5	1	1	1,5	1,5
Zusätzliche Verwendung von Cu-Amalgamen						
Anmischen von Hand (H) oder Mischgerät (M)	M	M	M	M	H	M
Berührung mit Händen bei Applikation von Amalgam		+		+		
Aufbewahrung von Amalgam- Resten offen (O), verschlos- sen (V), unter Wasser (W)	V	V	V	O	O	O
Berufsjahre	53	21	33	35	40	7
Alter	76	49	58	62	64	39

Fall-Nr.	22	23	24	25	26	27	28
Zahl der täglich gelegten Amalgam-Füllungen	10	5 - 10	5	10	10	10	5 - 10
Jährlicher Verbrauch an voramalgamiertem Silber in kg	1,5	0,5	0,5	1	0,5	0,5	0,75
Zusätzliche Verwendung von Cu-Amalgamen							
Anmischen von Hand (H) oder Mischgerät (M)	M	M	M	M	M	M	M
Berührung mit Händen bei Applikation von Amalgam		+					
Aufbewahrung von Amalgam- Resten offen (O), verschlos- sen (V), unter Wasser (W)	O	V	V	V	V	V	V
Berufsjahre	35	42	20	20	23	30	31
Alter	60	60	45	50	54	59	60

Fall-Nr.	29	30	31	32	33	34	35
Zahl der täglich gelegten amalgam-Füllungen	15	5	20	15 - 20	10	3	15 - 20
Jährlicher Verbrauch an voramalgamiertem Silber in kg	2	0,5	1,5	2	0,5	0,25	1 - 1,5
Zusätzliche Verwendung von Cu-Amalgamen		+					
Amalgamieren von Hand (H) oder Mischgerät (M)	M	H	M	M	M	M	M
Berührung mit Händen bei Applikation von Amalgam	+	+	+				
Aufbewahrung von Amalgam- Resten offen (O), verschlos- sen (V), unter Wasser (W)	V	O	O	V	V	O	W
Berufsjahre	25	44	6	11	39	20	21
Alter	57	68	34	41	55	47	47

Fall-Nr.	36	37	38	39	40	41	42
Zahl der täglich gelegten Amalgam-Füllungen	15	15	10	10	15	15	20
Jährlicher Verbrauch an voramalgamiertem Silber in kg	2,5	1,5	0,5	0,5	0,75	1,5	3
Zusätzliche Verwendung von Cu-Amalgamen							
Anmischen von Hand (H) oder Mischgerät (M)	M	M	M	M	M	M	M
Berührung mit Händen bei Applikation von Amalgam	+						+
Aufbewahrung von Amalgam-Resten offen (O), verschlossen (V), unter Wasser (W)	W	V	W	V	W	V	V
Berufsjahre	16	16	8	3	16	19	12
Alter	53	40	34	35	49	45	38

Fall-Nr.	43	44	45	46	47	48	49	50
Zahl der täglich gelegten Amalgam-Füllungen	30	15	20	10	12	16	5	30
Jährlicher Verbrauch an voramalgamiertem Silber in kg	1 - 1,5	1	1	1	1,5	1	0,5	8
Zusätzliche Verwendung von Cu-Amalgamen					+		+	
Anmischen von Hand (H) oder Mischgerät (M)	M	M	M	M	M	M	M	M
Berührung mit Händen bei Applikation von Amalgam	+	+	+					
Aufbewahrung von Amalgam- Resten offen (O), verschlos- sen (V), unter Wasser (W)	V	O	O	O	V	V	W	V
Berufsjahre	18	15	40	35	17	16	29	5
Alter	46	43	62	59	40	47	54	31

Fall-Nr.	51	52	53	54	55	56	57	58
Zahl der täglich gelegten Amalgam-Füllungen	30	25	10	12	15	30	20	15
Jährlicher Verbrauch an voramalgamiertem Silber in kg	1,5	2	0,75	1	1	2	3	1
Zusätzliche Verwendung von Cu-Amalgamen								
Anmischen von Hand (H) oder Mischgerät (M)	M	M	M	M	M	M	M	M
Berührung mit Händen bei Applikation von Amalgam			+			+		
Aufbewahrung von Amalgam- Resten offen (O), verschlos- sen (V), unter Wasser (W)	O	W	V	W	V	W	W	W
Berufsjahre	38	17	38	1,5	25	2	5	35
Alter	64	40	67	37	49	34	36	62

Fall-Nr.	59	60	61	62	63	64	65
Zahl der täglich gelegten Amalgam-Füllungen	5	12	15 - 20	40	15	5	5 - 10
Jährlicher Verbrauch an voramalgamiertem Silber in kg	0,5	1	2,5	1-1,5	1	1	0,5
Zusätzliche Verwendung von Cu-Amalgamen							
Anmischen von Hand (H) oder Mischgerät (M)	M	M	M	M	M	M	H
Berührung mit Händen bei Applikation von Amalgam			+				+
Aufbewahrung von Amalgam-Resten offen (O), verschlossen (V), unter Wasser (W)	V	W	W	W	W	V	V
Berufsjahre	40	22	22	23	20	25	42
Alter	70	55	48	47	50	58	67

Fall-Nr.	66	67	68	69	70	71	72
Zahl der täglich gelegten Amalgam-Füllungen	15 - 20	15	10	10	5	30	5
Jährlicher Verbrauch an voramalgamiertem Silber in kg	1,5		1	2,5	0,5		0,25
Zusätzliche Verwendung von Cu-Amalgamen	+						
Anmischen von Hand (H) oder Mischgerät (M)	M	M	M	M	M	M	M
Berührung mit Händen bei Applikation von Amalgam	+	+		+	+		+
Aufbewahrung von Amalgam- Resten offen (O), verschlos- sen (V), unter Wasser (W)	V	V	V	V	V	V	V
Berufsjahre	17	13	15	23	39	10	38
Alter	44	42	42	55	62	41	58

Fall-Nr.	73	74	75	76	77	78	79	80
Zahl der täglich gelegten Amalgam-Füllungen	10	5	5	15	10	10	10	5
Jährlicher Verbrauch an voramalgamiertem Silber in kg	1,5	1	1	2	0,75	2	2	0,5
Zusätzliche Verwendung von Cu-Amalgamen					+			
Anmischen von Hand (H) oder Mischgerät (M)	M	M	M	M	M	M	M	M
Berührung mit Händen bei Applikation von Amalgam	+	+			+			
Aufbewahrung von Amalgam- Resten offen (O), verschlos- sen (V), unter Wasser (W)	W	V	V	O	V	V	V	W
Berufsjahre	15	32	14	3	20	25	22	20
Alter	42	57	47	50	50	49	52	52

Fall-Nr.	81	82	83	84	85	86	87
Zahl der täglich gelegten Amalgam-Lillungen	20	5	10	20	20	10 - 15	8
Jährlicher Verbrauch an voramalgamisiertem Silber in kg	1,5	0,5	1	1,5	1 - 1,5	0,5	0,5
Zusätzliche Verwendung von Cu-Amalgamen					+		
Anmischen von Hand (H) oder Mischgerät (M)	M	M	M	M	M	M	M
Berührung mit Händen bei Applikation von Amalgam	+	+			+	+	+
Aufbewahrung von Amalgam-Resten offen (O), verschlossen (V), unter Wasser (W)	W	V	O	V	O	V	W
Berufsjahre	24	20	7	15	30	37	25
Alter	49	43	35	43	59	62	44

Fall-Nr.	88	89	90	91	92	93
Zahl der täglich gelegten Amalgam-Füllungen	10	20	15	7	40	25
Jährlicher Verbrauch an voramalgamiertem Silber in kg	1	3	1,5	1	4	3
Zusätzliche Verwendung von Cu-Amalgamen						
Anmischen von Hand (H) oder Mischgerät (M)	H	M	M	M	M	M
Berührung mit Händen bei Applikation von Amalgam	+	+	+	+	+	+
Aufbewahrung von Amalgam- Resten offen (O), verschlos- sen (V), unter Wasser (W)	V	V	O	V	V	O
Berufsjahre	20	15	38	40	30	20
Alter	45	40	59	60	59	50

Lebenslauf

Am 9. Oktober 1948 wurde ich, Lothar Andreas Gebhard, als Sohn des Zahnarztes Fritz Gebhard und seiner Ehefrau Herta, geb. Drexler, in Hüttenbach geboren. Ich besuchte die Volksschule in Hüttenbach und anschließend das Willstätter-Gymnasium in Nürnberg. Am 23. Juli 1968 erhielt ich dort das Zeugnis der Reife.

Im Wintersemester 1968/69 begann ich, an der Friedrich-Alexander-Universität in Erlangen Zahnmedizin zu studieren, und legte hier am 23. März 1971 die zahnärztliche Vorprüfung ab. Zur Zeit der Vorlage dieser Arbeit befinde ich mich mit dem Studium der Zahnmedizin im 9. Semester.

Erlangen, den 15. Dezember 1972



Buchdruckerei Ludwig Müller - 852 Erlangen, Fahrstraße 5